

SIFAT FISIK BUNGKIL KEDELAI SEBAGAI PAKAN TERNAK DARI BERBAGAI UKURAN PARTIKEL

SKRIPSI

Oleh

WIDYA SARI
I111 12 007



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2016**

**SIFAT FISIK BUNGKIL KEDELAI SEBAGAI PAKAN TERNAK
DARI BERBAGAI UKURAN PARTIKEL**

SKRIPSI

Oleh

WIDYA SARI
I111 12 007

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan
pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN

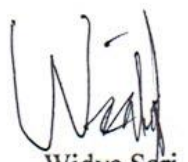
1. Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widya Sari
NIM : 1111 12 007

menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

- a. Karya Skripsi yang saya tulis adalah asli.
 - b. Apabila sebagian atau seluruhnya dari karya skripsi ini, terutama dalam Bab Hasil dan Pembahasan, tidak asli atau plagiasi maka bersedia dibatalkan dan dikenakan sanksi akademik yang berlaku.
2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Makassar, Oktober 2016


Widya Sari
1111 12 007

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Sifat Fisik Bungkil Kedelai Sebagai Pakan Ternak Dari Berbagai Ukuran Partikel

Nama : Widya Sari

Nomor Induk Mahasiswa : I111 12 007

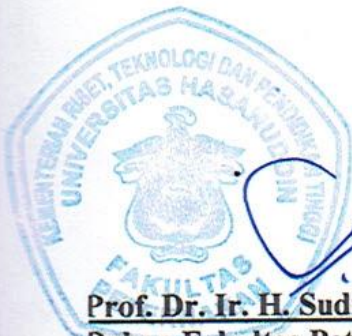
Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:



Ir. H. Muhammad Zain Mide, MS.
Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Jasmal A Syamsu, M.Si.
Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Ir. H. Sudirman Baco, M. Sc.
Dekan Fakultas Peternakan



Prof. Dr. drh. Hj. Ratmawati Malaka, M. Sc.
Ketua Program Studi Peternakan

Tanggal Lulus : // NOV 2016

ABSTRAK

WIDYA SARI. I111 12 007. Sifat Fisik Bungkil Kedelai Sebagai Pakan Ternak Dari Berbagai Ukuran Partikel Di bawah bimbingan: **MUH. ZAIN MIDE** dan **JASMAL A SYAMSU**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur sifat fisik bungkil kedelai dengan ukuran partikel (berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan) dalam rangka mengumpulkan data dasar yang berguna dalam pengolahan, penanganan dan penyimpanan bahan pakan. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 10 ulangan, masing-masing unit percobaan terdiri P₀ bungkil kedelai control, P₁ bungkil kedelai ukuran 10 mash, P₂ bungkil kedelai ukuran 20 mash, P₃ bungkil kedelai ukuran 30 mash, P₄ bungkil kedelai ukuran 40 mash, Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (ANNOVA) dan bila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil menunjukkan bahwa sifat fisik bungkil kedelai sangat berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, dan sudut tumpukan bungkil kedelai. Uji Beda Nyata Terkecil berat jenis bungkil kedelai perlakuan P₀ berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, dan P₃, dilain pihak P₀ tidak berbeda dengan P₄. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kerapatan tumpukan bungkil kedelai pada perlakuan P₀ tidak berbeda nyata dengan P₁ dan P₂ tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P₃ dan P₄ namun dilain pihak perlakuan P₁ berbeda nyata ($P < 0,05$) nyata dengan P₂, P₃, dan P₄ tetapi tidak berbeda nyata dengan P₀. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) perlakuan P₀ tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂ namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan P₃ dan P₄. Perlakuan P₃ tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₀, P₁, P₂ dan P₄. Dilain pihak perlakuan P₀, P₁, dan P₂ tidak menunjukkan perbedaan dengan perlakuan P₃. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) sudut tumpukan bungkil kedelai pada perlakuan P₀, tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, dan P₃ namun keempat perlakuan tersebut berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan P₄.

Kata kunci: Bungkil Kedelai, Pakan, Berat Jenis, Kerapatan Tumpukan, Kerapatan Pemadatan Tumpukan, dan Sudut Tumpukan.

ABSTRACT

WIDYA SARI. I111 12 007. Physical properties of soybean meal as animal feed ingredients from various particle sizes. Supervised by: **MUH. ZAIN MIDE** dan **JASMAL A SYAMSU**.

This study aims to measure the physical properties of soybean meal particle size (Specific Gravity, Specific Density, Compacted Specific Density, Angle Of Response) in order to gather baseline data that is useful in the processing, handling and storage of feed materials. The design used was completely randomized design with 5 treatments and 10 replications, each experimental unit consisted P0 soybean meal control, P1 soybean meal size 10 mash, P2 soybean meal size 20 mash, P3 soybean meal size 30 mash, P4 soybean meal size 40 mash, data were analyzed by analysis of variance (Annova) and when there are real differences continued with Least Significant difference Test (BNT). The results show that the physical properties of soybean meal was very significant ($P < 0.05$) against Specific Gravity, Specific Density, Compacted Specific Density, Angle Of Response of soybean meal. Least Significant Difference Spesific Gravity of soybean meal treatment was significantly different from the treatment P0 P1, P2, and P3, on the other hand is no different with the P4 P0. Least Significant Difference Test (BNT) specific density of soybean meal treatment was not significantly different P0 P1 and P2 but significantly different to the treatment P3 and P4 but in the other P1 treatment were significantly different ($P < 0.05$) with real P2, P3, and P4 but not significantly different from P0. Least Significant Difference Test (BNT) P0 treatment was not significantly different from the treatment P1, P2 but significantly different ($P < 0.05$) with P3 and P4. P3 treatment did not differ significantly with treatment P0, P1, P2 and P4. On the other hand treatment P0, P1 and P2 showed no difference in treatment P3. Least Significant Difference Test (BNT) angle of response soybean meal in treatment P0, not significantly different from the treatment of P1, P2, and P3 but keeempat treatment were significantly different ($P < 0.05$) with P4.

Keywords: Soybean Meal, Feed, Specific Gravity, Specific Density, Compacted Specific Density, Angle Of Response.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, karena dengan segala berkah, kehendak, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian hingga penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Sifat Fisik Bungkil Kedelai Sebagai Pakan Ternak Dari Berbagai Ukuran Partikel)”**, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam tak lupa penulis haturkan pada Nabiullah Muhammad SAW sebagai suri tauladan umat manusia.

Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. H. Muh. Zain Mide, MS selaku pembimbing utama dan Bapak Prof. Dr. Ir. Jasmal A Syamsu. M.Si. sebagai pembimbing anggota yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Rusdy, M.Agr., Bapak Dr. Ir. Budiman Nohong, MP., Ibu Dr. Sri Purwanti, S.Pt M.Si. dan Ibu Dr. Hj. Jamila,. S.Pt, M.Si. sebagai pembahas yang telah memberikan masukan dalam proses perbaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Andi Amidah Amrawaty, S.Pt., M.Si selaku penasehat akademik yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama berada di bangku perkuliahan.

4. Ibu Dra. Herawaty selaku ibu angkat dan Kakak Gadis Chairunnisa S.Sos
Selaku kakak angkat yang telah banyak memberikan bantuan moril dan semangat hingga penulis selesai menyelesaikan skripsi ini.
5. Kakak Terryana Fatiah Shahab yang telah banyak membantu dan senantiasa memberi semangat dan motivasi yang berarti kepada penulis.
6. Tete Melly Mono Herlina yang memberi semangat dan motivasi yang berarti kepada penulis.
7. Team Dee Management Kak Nona, Tante Evi, Kak Ana, Bunda Wiwik, Om Baso, Kak Andri, Kak Veldi, Kak Adi, Kak Eko, Kak Nay, dan Semuanya yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat hingga penulis selesai menyelesaikan skripsi ini.
8. Saudari Nita Adillah Pratiwi dan Nurhardiyanti Selaku Sahabat Setia dari Jaman Mahasiswa baru sampe sekarang yang telah banyak memberikan bantuan, kerjasama dan pengertian selama penelitian berlangsung.
9. Sahabatku Marisa Sundun yang telah banyak memberikan semangat dan motivasi yang berarti kepada penulis
10. Team PKL PT. Japfa Comfeed Indonesia saudara Nurhardiyanti, Veby Ramadhani dan ST. Nurjannah.T yang senantiasa memberi semangat, motivasi dan bantuan yang berarti kepada penulis.
11. Teman – teman POSKO 5 KKN PPM – DIKTI UNHAS 2016 Zidny, Vira, Hania, Mega, Arjuna, Ardy, Baso dan Wandy atas segala bantuan, semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi berlangsung.
12. Teman – temanku : Rita, Tenri, Dhila, Bunga, Fidah, Kanzul, Ian, Rudi, Fatimah, Multazam, Dian, Veby, Nita, Jejen, dan seluruh teman FLOCK MENTALITY yang telah banyak mengajarkan arti berbagi dan kebersamaan yang tak ternilai harganya, sebagai tempat curhat, memperbaiki diri, dan banyak hal yang tak bisa diuraikan satu persatu.

13. Teman-teman HIMSENA dan SEMA FAPET UH sebagai tempat belajar banyak hal.
14. Rekan-rekan mahasiswa Matador 10, Solandeven 11, Flock Mentality terutama FAPET A 2012, dan Larfa 2013, ANT 2014.
15. Semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua Orang tua saya, Ibunda **Rahmawati** selaku Orang Tua yang telah melahirkan, mendidik, dan membesarkan dengan penuh cinta yang tulus kepada penulis sampai saat ini dan senantiasa memanjatkan doa dalam kehidupan dan keberhasilan penulis. Terima kasih juga buat Kakakku **Dewi Anggraeni** dan **Deswita** yang telah menjadi penyemangat buat penulis. Terima kasih tak terhingga buat keluarga besarku yang telah banyak memberikan doa, kasih sayang dan semangat sampai skripsi ini selesai. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kesempurnaan meski telah berusaha melakukan yang terbaik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran ataupun kritikan yang bersifat konstruktif dari pembaca demi penyempurnaan karya tulis ini.

Akhir kata, semoga Tuhan yang Maha Esa melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita, dan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Makassar, Oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Rumusan Masalah.....	2
Hipotesa	2
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Sifat Fisik Pakan	3
Berat Jenis.....	3
Kerapatan Tumpukan.....	4

Kerapatan Pemadatan Tumpukan	5
Sudut Tumpukan.....	5
Bungkil Kedelai	7
 METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat.....	11
Materi Penelitian.....	11
Metode Penelitian	11
Peubah Yang Diamati	12
Analisis Data.....	30
 HASIL DAN PEMBAHASAN	
Berat Jenis.....	16
Kerapatan Tumpukan.....	18
Kerapatan Pemadatan Tumpukan	19
Sudut Tumpukan.....	20
KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24
 LAMPIRAN	
 RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Nilai Kerapatan Tumpukan Beberapa Bahan Pakan	5
2.	Sudut Tumpukan Beberapa Jenis Pakan yang Dikelompokkan Berdasarkan Pada Tingkat Kemudahan dalam Pengangkutan Dengan Alat Mekanik	7
3.	Kandungan Nutrisi Bungkil Kedelai	8
4.	Komposisi Bungkil Kedelai	10

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Hasil Pengukuran Berat Jenis Bungkil Kedelai.....	28
2.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Berat Jenis Bungkil Kedelai	30
3.	Hasil Pengukuran Kerapatan Tumpukan Bungkil Kedelai.....	34
4.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Kerapatan Tumpukan Bungkil Kedelai	36
5.	Hasil Pengukuran Kerapatan Pemadatan Tumpukan Bungkil Kedelai.....	40
6.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Kerapatan Pemadatan Tumpukan Bungkil Kedelai	42
7.	Hasil Pengukuran Sudut Tumpukan Bungkil Kedelai	46
8.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Sudut Tumpukan Bungkil Kedelai.....	48
9.	Dokumentasi Penelitian.....	52

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Karakteristik bahan makanan ternak sangat berpengaruh dalam menunjang keberhasilan suatu usaha peternakan. Kebanyakan peternak lebih memilih menggunakan ransum buatan pabrik dibandingkan memformulasi sendiri, hal ini menyebabkan biaya produksi lebih besar. Padahal ketersediaan bahan baku lokal cukup banyak dan mudah didapatkan. Akan tetapi kebanyakan bahan pakan ternak mempunyai perbedaan karakteristik atau sifat bahan pakan.

Industri yang bergerak di bidang pakan ternak di Indonesia bervariasi, mulai dari industri besar sampai industri kecil. Industri-industri tersebut mempunyai hasil produk berupa pakan ternak dengan kualitas dan kuantitas yang berbeda. Bahan baku merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas ransum. Sifat fisik merupakan salah satu metode uji kualitas bahan baku yang sangat penting selain uji secara kimia dan biologis. Data mengenai sifat fisik beberapa bahan baku pakan masih jarang, sehingga belum ada standar mutu secara baku mengenai sifat fisik bahan baku pakan.

Sifat fisik bahan pakan berperan sangat penting dalam pengendalian proses pengolahan. Tanpa melakukan uji sifat fisik maka pengendalian sifat fisik pakan dan pencampuran secara homogen tidak dapat tercapai. Pengetahuan tentang karakteristik bahan ini sangat penting dalam menyediakan data teknis yang diperlukan dalam rancangan mesin, struktur, proses dan pengendalian serta dalam menganalisis dan menentukan efisiensi suatu mesin atau operasi dalam pengembangan suatu produk pakan baru dalam mengevaluasi dan mempertahankan kualitas produk pakan akhir. Salah satu uji yang digunakan

untuk mengukur kualitas ransum ini adalah uji sifat fisik, yaitu : berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, dan sudut tumpukan. Dari keempat uji ini sangat penting diketahui oleh para peternak, karena dapat dijadikan sebagai indikator penentuan kualitas pakan

Rumusan Masalah

Data sifat fisik berbagai bahan baku pakan khususnya bungkil kedelai masih sangat kurang, sehingga diperlukan studi tentang karakteristik sifat fisik dalam rangka untuk mendapatkan standar baku tentang sifat fisik bahan baku pakan untuk pengembangan industri pakan ternak.

Hipotesa

Diduga dengan melakukan evaluasi sifat fisik bungkil kedelai sebagai bahan pakan dapat memberikan informasi kepada industri pakan tentang kualitas bungkil kedelai.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur sifat fisik bungkil kedelai (berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan) dalam rangka mengumpulkan data dasar yang berguna dalam pengolahan, penanganan dan penyimpanan bahan pakan.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi yang memberikan manfaat dalam merancang proses pengolahan bahan pakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sifat Fisik Pakan

Sifat fisik pakan adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk diketahui. Karakteristik fisik bahan dapat mencakup aspek yang sangat luas mulai dari sifat-sifat fisik itu sendiri seperti ukuran, bentuk, struktur, tekstur, warna, sifat tsifat optik dan penampakan, kemudian sifat-sifat yang menyangkut dengan panas, seperti panas jenis, panas laten, konduktifitas, dan difusi panas. Selain itu masih terdapat sifat-sifat yang berhubungan dengan kelistrikan seperti konduktifitas listrik, konstanta dielektrik dan sebagainya. Lebih luas lagi sifat-sifat fisik bahan dapat dikembangkan menjadi sifat-sifat mekanik seperti elastisitas dan kekentalan (Syarief dan Irawati, 1988). Keberhasilan teknologi pakan, homogenitas pengadukan ransum, laju aliran pakan dalam organ pencernaan, proses absorpsi dan deteksi kadar nutrient semuanya terkait erat dengan sifat fisik pakan. Khalil (1999a) menjelaskan ada enam sifat fisik pakan yang penting, yaitu: berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan, daya ambang, dan faktor higroskopis.

Berat Jenis (BJ)

Berat jenis adalah perbandingan antara massa bahan terhadap volumenya, satuannya adalah kg/m^3 . Berat jenis (BJ) memegang peranan penting dalam berbagai proses pengolahan, penanganan, dan penyimpanan. Berat jenis memberikan pengaruh berat terhadap daya ambang dari partikel. Selain itu berat jenis merupakan faktor penentu dari densitas curah. Berat jenis dan ukuran partikel bertanggung jawab terhadap homogenitas penyampuran partikel dan

stabilitasnya dalam pencampuran pakan. Pakan atau ransum yang terdiri atas partikel yang perbedaan berat jenisnya cukup besar, maka campuran ini tidak stabil dan cenderung terpisah kembali. Oleh karena itu, keadaan ini tidak dikehendaki dalam proses pembuatan pakan campuran(ransum). Berat jenis sangat mempengaruhi tingkat ketelitian dalam proses penakaran secara otomatis pada pabrik pakan, seperti dalam proses pengemasan dan pengeluaran dari dalam silo untuk dicampur atau digiling (Kling and Woehlbier, 1983). Menurut Gauthama (1998) bahwa berat jenis suatu bahan dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan. Ditambahkan pula oleh Suadnyana (1998) bahwa adanya variasi dalam nilai berat jenis dipengaruhi oleh kandungan nutrisi bahan, distribusi ukuran partikel dan karakteristik permukaan partikel.

Kerapatan Tumpukan (KT)

Kerapatan tumpukan merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempati, dengan satuan kg/m^3 (Ali, 2006) dalam Syamsu (2007). Kerapatan tumpukan berpengaruh terhadap daya campur dan ketelitian penakaran secara otomatis, begitu juga dengan berat jenis (Kling and Woehlbier, 1983). Sifat ini juga berperan penting dalam perhitungan volume ruang yang dibutuhkan oleh suatu bahan dengan berat tertentu seperti dalam pengisian alat pencampur, *elevator* dan juga silo. Menurut Ruttloff (1981) pencampuran bahan dengan ukuran partikel yang sama tetapi mempunyai perbedaan kerapatan tumpukan yang besar (lebih dari 500 kg/m^3) akan sulit dicampur dan campurannya akan mudah terpisah kembali. Pakan yang memiliki KT yang rendah (kurang dari 450 kg/m^3) waktu jatuh atau waktu mengalir lebih lama dan dapat ditimbang lebih teliti dengan alat penakar otomatis, baik volumetrik maupun gravimetrik. Pakan

yang mempunyai nilai KT lebih dari 1000 kg/m³ bersifat sebaliknya. Nilai kerapatan tumpukan beberapa bahan pakan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah :

Tabel 1. Nilai Kerapatan Tumpukan Beberapa Bahan Pakan

Bahan Pakan	Kerapatan Tumpukan (kg/m ³)
Jagung Pipil (*)	720,9
Shorgum (cantel)	640,8 - 720,9
Kacang Tanah Pipil	240,3 - 304,4
Bungkil Kedelai	311,7 – 407,0
Tepung Ikan	562,0

Sumber : Khalil (1999a)

(*) Syarief dan Irawan (1988)

Kerapatan Pemadatan Tumpukan (KPT)

Kerapatan pemadatan tumpukan (KPT) adalah perbandingan antara berat bahan terhadap volume ruang yang ditempatinya setelah melalui proses pemadatan seperti penggoyangan. Kapasitas silo, kontainer dan kemasan seperti karung terletak antara kerapatan tumpukan dan kerapatan pemadatan tumpukan. Komposisi kimia bahan juga mempengaruhi sifat fisik, terutama terhadap nilai kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan berat jenis (Khalil, 1999a). Kerapatan pemadatan tumpukan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel bahan pakan (Gautama, 1998). Kerapatan pemadatan tumpukan yang tinggi berarti bahan memiliki kemampuan memadat yang tinggi dibandingkan dengan bahan yang lain. Semakin rendah kerapatan pemadatan tumpukan yang dihasilkan maka laju alir semakin menurun (Rikmawati, 2005).

Sudut Tumpukan (ST)

Sudut tumpukan merupakan sudut yang dibentuk jika bahan dicurahkan dari suatu tempat pada bidang datar yang akan bertumpukan dan terbentuk suatu gundukan menyerupai kerucut antara bidang datar dan kemiringan tumpukan yang terbentuk jika bahan dicurahkan serta menunjukkan kebebasan bergerak suatu

partikel dari suatu tumpukan bahan (Pratomo, 1976) *dalam* (Adjie 2014). Bentuk kerucut itu akan menandakan mudah tidaknya bahan meluncur pada bidang masing-masing karena pengaruh gaya gravitasi. Sudut lancip yang terbentuk oleh lereng gundukan dengan bidang datar disebut sudut tumpukan. Tangent sudut tersebut adalah koefisien gesekan antara butir yang satu dengan butir yang lainnya dalam bahan tersebut. Ikawanti (2005) menyatakan bahwa kemampuan mengalir (*Flowability*) bahan sangat mempengaruhi penanganan, misalnya kecepatan dan efisiensi pengosongan silo untuk memindahkan barang menuju unit pemindahan atau pencampuran.

Penerapan sudut tumpukan dalam proses pengolahan, penanganan dan penyimpanan adalah (a) sudut tumpukan mempengaruhi daya alir suatu bahan terutama berpengaruh dalam kecepatan dan efisiensi proses pengosongan silo baik secara vertikal pada saat memindahkan bahan menuju unit penimbangan atau pada saat pencampuran bahan (Khalil 1999b); (b) berpengaruh terhadap tingkat efisiensi pengangkutan bahan secara mekanik, kemudahan dan kecepatan pengangkutan suatu bahan dengan traktor sekop (*shove*) atau conveyor (Gauthama 1998); (c) serta sudut tumpukan berpengaruh terhadap ketepatan dalam proses penakaran baik secara volumetrik maupun gravimetris. Ransum dengan sudut tumpukan yang lebih rendah akan lebih mudah dan akurat ditimbang dibandingkan dengan ransum yang mempunyai sudut tumpukan tinggi. Ketepatan penakaran ini berkaitan pula dengan berat jenis dan kerapatan tumpukan (Purwanti 2012). Pada Tabel 2 diperlihatkan contoh data sudut tumpukan beberapa jenis pakan yang dikelompokkan berdasarkan kemudahan dalam penanganan dan pengangkutan secara mekanik

Tabel 2. Sudut Tumpukan Beberapa Jenis Pakan yang Dikelompokkan Berdasarkan pada Tingkat Kemudahan dalam Pengangkutan dengan Alat Mekanik

Jenis pakan	Sudut Tumpukan (°)	Rataan (°)
Grup 1 Mudah diangkut dengan Alat Mekanik		
Tepung bijian, dipellet	*)	24
Gandum	23-29	25
Jelai	19-31	25
Jagung	20-29	26
Bungkil biji rape, dipellet	*)	29
Tepung darah	28-30	29
Grup 2: Sedang		
Bungkil biji rape	28-35	32
Mineral campuran untuk sapi	29-39	32
Bungkil kacang tanah (ekstraksi)	28-38	33
Bungkil kedelai (ekstraksi)	28-38	33
Bungkil kacang tanah (penekanan)	33-38	35
Urea	*)	35
Bungkil biji matahari (ekstraksi)	36-37	36
Protein sel tunggal (ragi)	30-46	36
Tepung susu skim	31-40	37
Mineral campuran untuk unggas	30-45	38
Bungkil kelapa (ekstraksi)	25-41	38
Butiran giling	32-45	39
Grup 3 : Sulit diangkut dengan alat mekanik		
Tepung ikan	32-48	40
Mineral campuran untuk babi	35-49	42
Tepung daging	38-47	43
Dedak gandum	39-49	44
Tepung hijauan	33-52	45

Keterangan : *) data tidak tersedia

Sumber : Ruttloff (1981) dalam Nurcahya (1999)

Bungkil Kedelai

Bungkil kedelai merupakan limbah dari produksi minyak kedelai. Sebagai bahan makanan sumber protein asal tumbuhan, bungkil ini mempunyai kandungan protein yang berbeda sesuai kualitas kacang kedelai. Kisaran kandungan protein bungkil kedelai mencapai 44-51%. Hal ini selain oleh kualitas kacang kedelai juga macam proses pengambilan minyaknya. Pada dasarnya bungkil kedelai dikenal

sebagai sumber protein dan energi (Nazilah 2004). Adapun kandungan nutrisi bungkil kedelai dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3 Kandungan Nutrisi Bungkil Kedelai

Zat Nutrisi	Kandungan Nutrisi
Protein Kasar (%)	48
Lemak Kasar (%)	0,51
Serat Kasar (%)	0,41
Kalsium (%)	0,41
Posfor (%)	0,67
Energi Metabolisme (kkal/kg)	2290

Sumber : Scott (1982)

Sekitar 50% protein untuk pakan unggas berasal dari bungkil kedelai dan pemakaiannya untuk pakan ayam pedaging berkisar antara 15-30%, sedangkan untuk pakan ayam petelur 10-25% (Wina, 1999). Kandungan protein bungkil kedelai mencapai 43-48%. Bungkil kedelai juga mengandung zat antinutrisi seperti tripsin inhibitor yang dapat mengganggu pertumbuhan unggas, namun zat antinutrisi tersebut akan rusak oleh pemanasan sehingga aman untuk digunakan sebagai pakan unggas. Bungkil kedelai dibuat melalui beberapa tahapan seperti pengambilan lemak, pemanasan, dan penggilingan (Boniran, 1999). Bungkil kedelai yang baik mengandung air tidak lebih dari 12% (Hutagalung, 1999).

Bahan pakan sumber protein memiliki tingkat kelarutan yang berbeda-beda. Semakin tinggi kelarutan protein dari suatu bahan, maka protein tersebut semakin tidak tahan terhadap degradasi di dalam rumen. Berdasarkan tingkat ketahanan protein di dalam rumen, bungkil kedelai termasuk kelompok sumber protein dengan tingkat ketahanan rendah (<40%), bersama-sama dengan kasein, bungkil kacang dan biji matahari (Khalil, 1999a) *dalam* (Ali 2006). Oleh sebab itu bungkil kedelai memiliki nilai biologis yang kurang memberikan arti bagi ternak ruminansia, disebabkan sebagian besar protein kasar bungkil kedelai

terfermentasi dalam rumen dan kurang dapat dimanfaatkan oleh ternak. Untuk memperkecil degradasi protein bungkil kedelai dari perombakan mikroba di dalam rumen, maka bungkil kedelai sebelum diberikan pada ternak perlu mendapat perlindungan. Perlindungan dimaksudkan untuk mengurangi perombakan protein oleh degradasi mikroba rumen tanpa mengurangi ketersediaan amonia untuk sintesis protein mikroba dan tanpa mengurangi kemampuan hidrolisis oleh enzim-enzim di dalam abomasum dan usus. Perlindungan protein dari degradasi rumen dapat dilakukan dengan cara pemanasan, pemberian formalin, tanin dan kapsulasi.

Bungkil kedelai ini mensuplai hampir 25% kebutuhan protein pada unggas (McNoughton *et al.*, 1981). Dibandingkan dengan sumber protein nabati lainnya kedelai mengandung lisin yang tinggi, namun memiliki pembatas tripsin yang oleh banyak ahli dipandang sebagai inhibitor proteolitik yang paling penting dalam pakan unggas karena menyebabkan ketersediaan beberapa asam amino esensial terutama lisin dan argini menjadi berkurang (Renner *et al.*, 1953). Ditambahkan pula oleh Waldroup *et al.*, (1985) bahwa penghambat tripsin bukanlah satu-satu faktor dalam kedelai mentah yang dapat menghambat pertumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian Kakade *et al.*, (1973) dalam Waldroup *et al.*, (1985) bahwa perlakuan panas yang diberikan pada kedelai mentah menyebabkan penghambat tripsin berkurang bahkan sampai hilang, sehingga mampu meningkatkan protein efisiensi rasio (PER) sebesar 40%. Selain penghambat tripsin, berkurangnya ketersediaan asam amino dan penurunan nilai nutrisi dalam bungkil kedelai disebabkan pula oleh proses pemanasan yang

berlebih. Mutu bungkil kedelai digolongkan dalam 3 golongan yang dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Komposisi Bungkil Kedelai

Nutrisi	Komposisi		
	Mutu 1	Mutu 2	Mutu 3
Air (%) Maksimum	12	12	12
Protein kasar (%)	47	44	41
Minimum			
Serat Kasar (%)	6,0	6,5	9
Maksimum			
Abu (%) Maksimum	6	7	8
Lemak (%) Maksimum	3,5	3,5	3
Ca (%)	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4
P (%)	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-0,8

Sumber : Anonim, 2008

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2016, di Laboratorium Industri dan Teknologi Pengolahan Pakan, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar.

Materi Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan elektrik, mesin penggiling, karton manila, baskom, corong plastik, ayakan Test Sieve 10 mash, 20 mash, 30 mash, dan 40 mash serta kontrol), mistar segitiga, gelas ukur 100 ml dan 50 ml, dan vibrator dan mesin pellet

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu bungkil kedelai dan aquades.

Metode Penelitian

a. Persiapan bahan

Bungkil kedelai yang diperoleh dari pasaran, kemudian diayak menggunakan ayakan test Sieve dengan ukuran partikel 10 mash, 20 mash, 30 mash, dan 40 mash serta kontrol.

b. Rancangan Percobaan

Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan diulangi sepuluh kali setiap perlakuan.

Adapun perlakuannya adalah sebagai berikut :

- P0 : Bungkil Kedelai (Kontrol)
- P1 : Bungkil kedelai yang lolos dari ayakan dengan ukuran 10 mesh
- P2 : Bungkil kedelai yang lolos dari ayakan dengan ukuran 20 mesh
- P3 : Bungkil kedelai yang lolos dari ayakan dengan ukuran 30 mesh
- P4 : Bungkil kedelai yang lolos dari ayakan dengan ukuran 40 Mesh

B. Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah perubahan karakteristik fisik pakan (Berat Jenis, Kerapatan Tumpukan, Kerapatan Pemadatan Tumpukan dan Sudut Tumpukan). Parameter tersebut diukur berdasarkan penuntun industri makanan ternak yang disusun oleh Mide dan Syamsu (2016) sebagai berikut :

B. 1. Berat Jenis (BJ) (gram /ml³)

Prosedur pengukuran berat jenis yaitu dengan menggunakan prinsip hukum Archimedes. Prosedur pengukuran berat jenis adalah sebagai berikut :

- 1) Memasukkan 20 gram bungkil kedelai sesuai ukuran partikel secara curah melalui corong plastik kedalam labu ukur 100 ml yang telah diisi air 50 ml sampel diaduk dengan menggunakan pengaduk mika untuk mempercepat hilangnya udara antar partikel.
- 2) Melakukan pembacaan perubahan volume air dalam gelas ukur.
- 3) Hitung berat jenis bungkil kedelai dengan menggunakan

Berat jenis dinyatakan dalam satuan gram/ml³, dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BJ \text{ (Berat Jenis)}(\text{gram/ml}) = \frac{\text{Bobot bahan pakan (g)}}{\text{Perubahan volume aquades (ml}^3\text{)}}$$

B. 2. Kerapatan Tumpukan (KT) (kg/m³)

Prosedur pengukuran kerapatan tumpukan dilakukan sebagai berikut :

- 1) Memasukkan sampel 20 gram secara curah kedalam gelas ukur 100 ml.
Metode pemasukan sampel ke dalam gelas ukur dilakukan secara curah melalui corong plastic.
- 2) Pembacaan dilakukan untuk melihat volume ruang yang ditempati sampel bungkil kedelai dalam gelas ukur berdasarkan ukuran partikel bahan.

Data yang diperoleh dihitung berdasarkan sebagai berikut :

$$\text{Kerapatan Tumpukan (gram/ml)} = \frac{\text{Bobot bahan pakan (g)}}{\text{Volume ruang yang ditempati (ml}^3\text{)}}$$

B. 3. Kerapatan Pemadatan Tumpukan (KPT) (gram /ml³)

Kerapatan pemadatan tumpukan diukur dengan cara yang sama pada penentuan kerapatan tumpukan, tetapi volume bahan yang dibaca setelah gelas ukur yang telah diisi sampel diletakkan diatas vibrator sampai volume tidak berubah lagi (tetap).

Besarnya nilai kerapatan pemadatan tumpukan sangat tergantung pada intensitas getaran vibrator sedangkan volume yang dibaca merupakan volume terkecil yang diperoleh selama penggetaran.

Kerapatan pemadatan tumpukan dinyatakan dalam gram/ml dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kerapatan pemadatan tumpukan (gram/ml)} = \frac{\text{Bobot bahan pakan (g)}}{\text{Volume ruang pakan setelah pemadatan (ml}^3\text{)}}$$

B. 4. Sudut Tumpukan (ST) (°)

Prosedur pengukuran sudut tumpukan adalah sebagai berikut :

- 1) Menjatuhkan 500 gram sampel bungkil kedelai sesuai ukuran partikel ke bidang datar melalui corong plastik dengan tinggi lubang corong plastic bagian bawah 15 cm dari bidang datar. Ketinggian tumpukan bahan harus berada di bawah corong.
- 2) Sampel bungkil kedelai dicurahkan secara merata dengan perlahan – lahan melalui corong plastik dan sedekat mungkin pada dinding corong plastik untuk menghindari penyumbatan pakan di ujung corong plastik.
- 3) Pengukuran diameter dilakukan pada sisi yang sama dan tinggi tumpukan pada semua pengamatan dengan bantuan mistar.

Untuk menghitung besarnya sudut tumpukan dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{0.5 d}$$

Keterangan :

α = Sudut tumpukan bahan pakan dinyatakan dengan satuan derajat (°)

d = diameter dasar

t = tinggi

C. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 10 kali ulangan dan perlakuan memberikan pengaruh nyata dianalisis statistik dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) (Sudjana 1991)

Rancangan perlakuan ini dapat di gambarkan dengan model matematika sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

dimana :

i = perlakuan (P0, P1, P2, P3, dan P4)

j = ulangan (1,2,3,4,5)

Y_{ij} = pengaruh parameter terhadap sifat fisik bungkil kedelai ke – i pada ulangan ke – j

μ = nilai rata – rata sifat fisik bungkil kedelai berbagai ukuran partikel

T_i = pengaruh perlakuan ke – i terhadap sifat fisik bungkil kedelai

ε_{ij} = pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke – i yang memperoleh ulangan ke – j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pengukuran sifat fisik berdasarkan ukuran partikel berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan sudut tumpukan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini :

Tabel 5 Rata – Rata Pengukuran Sifat Fisik Bungkil Kedelai Dari Berbagai Ukuran Partikel

Perlakuan	Berat Jenis (Kg / m ³)	Kerapatan Tumpukan (Kg / m ³)	Kerapatan Pemadatan Tumpukan (Kg / m ³)	Sudut Tumpukan (Kg / m ³)
P0	1386,1 ^b	681,2 ^{cd}	790,7 ^{ab}	37,022 ^b
P1	1217,3 ^a	695,2 ^d	815,1 ^b	38,260 ^b
P2	1236,1 ^a	660,5 ^c	794,9 ^{ab}	36,905 ^b
P3	1243,2 ^a	626,3 ^b	863,6 ^c	36,102 ^b
P4	1355,2 ^b	601,2 ^a	757,7 ^a	33.616 ^a

Keterangan : Superskript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada P < 0,05

: P0 (Bungkil Kedelai (Kontrol), P1 (Bungkil kedelai dengan ukuran 10 mash), P2 (Bungkil kedelai dengan ukuran 20 mash) P2 (Bungkil kedelai dengan ukuran 30 mash), P3 (Bungkil kedelai dengan ukuran 30 mesh), P4 (Bungkil kedelai dengan ukuran 40 mash)

1. Berat Jenis

Hasil analisis ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa sifat fisik bungkil kedelai sangat berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis bungkil kedelai. Uji Beda Nyata Terkecil berat jenis bungkil kedelai perlakuan P₀ berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, dan P₃, dilain pihak P₀ tidak berbeda dengan P₄. Perlakuan P₁, P₂, dan P₃ tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis namun ketiga perlakuan tersebut berbeda nyata dengan P₄.

Rata – rata berat jenis bungkil kedelai tiap perlakuan yaitu P₀ (1386,1), P₁ (1217,3), P₂ (1236,1), P₃ (1243,2), P₄ (1355,2), bungkil kedelai yang mendapat perlakuan P₀ diperoleh berat jenis tertinggi dan terendah pada

perlakuan P₁. Semakin kecil ukuran mash ayakan makin besar ukuran partikel bungkil kedelai. Tapi pada perlakuan control berat jenis bungkil kedelai lebih tinggi, hal ini diduga dikarenakan ukuran partikel bungkil kedelai yang tidak mengalami perubahan dari wujud aslinya dan tidak menggunakan ayakan mash sehingga ukuran partikelnya lebih besar. Dibandingkan perlakuan lainnya. Khalil (1999^a) menyatakan bahwa adanya variasi dalam pengukuran berat jenis dipengaruhi oleh adanya kandungan nutrisi bahan, distribusi ukuran partikel, dan karakteristik permukaan partikel.

Kling dan Whoelbier (1983) menyatakan bahwa berat jenis berpengaruh terhadap homogenitas penyebaran partikel suatu campuran bahan. Mujnisa (2008) menyatakan bahwa berat jenis akan berhubungan erat dengan porositas ransum. Porositas adalah rasio antara kerapatan tumpukan dengan berat jenis. Porositas ini menunjukkan besarnya volume ruang antar partikel di dalam suatu tumpukan pakan. Porositas ini memegang peranan penting misalnya dalam mencapai efisiensi proses pengeringan bahan, karena berkaitan erat dengan daya hantar panas di dalam tumpukan bahan (Chung dan Lee, 1985). Khalil (1999a) menyatakan bahwa Pakan atau ransum yang terdiri atas partikel yang perbedaan berat jenisnya cukup besar, maka campuran ini tidak stabil dan cenderung mudah terpisah kembali. Oleh karena itu, keadaan ini tidak diinginkan dalam proses pembuatan pakan campuran (ransum). Keseragaman nilai ukuran partikel dedak padi dapat meminimalisir pengaruh terhadap nilai sifat fisik lain dan mempermudah pengujian sifat fisik. Selain itu, hal yang dapat mempengaruhi sifat fisik dedak padi adalah komposisi dan kandungan nutrisi pakan. (Adjie 2014)

2. Kerapatan Tumpukan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada (Lampiran 2), menunjukkan nilai kerapatan tumpukan dedak padi menunjukkan bahwa kerapatan tumpukan antar partikel berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$). Kerapatan Tumpukan bungkil kedelai yang mendapat nilai tertinggi pada perlakuan P_1 dan terendah pada perlakuan P_4 . Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kerapatan tumpukan bungkil kedelai pada perlakuan P_0 tidak berbeda nyata dengan P_1 dan P_2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P_3 dan P_4 namun dilain pihak perlakuan P_1 berbeda nyata ($P < 0,05$) nyata dengan P_2 , P_3 , dan P_4 tetapi tidak berbeda nyata dengan P_0 .

Rata – rata kerapatan tumpukan bungkil kedelai tiap perlakuan yaitu P_0 (681,2), P_1 (695,4), P_2 (660,5), P_3 (626,3), P_4 (601,2). Data yang diperoleh menunjukkan bahwa ukuran partikel sangat mempengaruhi kerapatan tumpukan karena semakin besar ukuran partikel semakin kecil kerapatan tumpukan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan nilai kerapatan tumpukan akan semakin menurun bersamaan dengan meningkatnya volume ruang yang di tempati. Hal ini berbeda dengan yang dikemukakan oleh Khalil (1999a) dalam (Khasanah 2013) bahwa ukuran partikel berpengaruh terhadap kerapatan tumpukan yaitu pengecilan ukuran partikel secara nyata akan menyebabkan penurunan nilai kerapatan tumpukan pada bahan pakan jagung, sorgum, bungkil karet dan zeolit. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh jenis bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bungkil kedelai. Selanjutnya Khalil (1999a) mengatakan bahwa selain pengecilan ukuran partikel, kandungan air juga berpengaruh nyata terhadap kerapatan tumpukan sebagian besar sumber protein hewani dan nabati, pakan hijauan dan bahan pakan sumber energi.

Kerapatan tumpukan (*bulk density*) adalah perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempatinya. Menurut Wirakar (Simanjuntak 2014). kerapatan tumpukan menunjukkan porositas bahan, yaitu jumlah rongga udara yang terdapat diantara partikel-partikel bahan. Kerapatan tumpukan mempengaruhi bahan pakan pada saat pencampuran, penakaran, dan penyimpanan. Bahan pakan yang memiliki kerapatan tumpukan rendah (500 kg m^{-3}) akan membutuhkan waktu alir lebih lama sehingga dapat ditimbang dengan lebih teliti dengan alat penimbang otomatis baik volumetris maupun gravimetris, sedangkan bahan pakan yang memiliki kerapatan tumpukan tinggi (1000 kg m^{-3}) bersifat sebaliknya. Fasina dan Sonkhansanj (1993) mengemukakan bahwa nilai kerapatan tumpukan berbanding terbalik dengan kandungan air dan partikel asing dalam bahan, sehingga peningkatan kandungan air atau partikel asing akan menurunkan nilai kerapatan tumpukan bahan pakan.

3. Kerapatan Pemadatan Tumpukan

Hasil analisis sidik ragam pada (Lampiran 3) menunjukkan bahwa ukuran partikel berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap kerapatan pemadatan tumpukan. Nilai kerapatan pemadatan tumpukan bungkil kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan P_3 dan terendah pada perlakuan P_4 . Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa kerapatan pemadatan tumpukan yang mendapatkan perlakuan P_0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_1 , P_2 namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan P_3 dan P_4 . Perlakuan P_3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_0 , P_1 , P_2 dan P_4 . Dilain pihak perlakuan P_0 , P_1 , dan P_2 tidak menunjukkan perbedaan dengan perlakuan P_3 .

Rata – rata nilai kerapatan pemadatan tumpukan bungkil kedelai tiap perlakuan adalah P_0 (790,7), P_1 (815,1), P_2 (794,9), P_3 (863,6), P_4 (757,7). Data hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa ukuran partikel berpengaruh pada nilai kerapatan pemadatan tumpukan yaitu semakin besar ukuran partikel semakin kecil nilai kerapatan pemadatan tumpukan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan adanya ruang udara yang lebih besar antar partikel – partikel yang ukurannya besar, hal ini sesuai dengan pendapat Marpaung (2011) menyatakan bahwa nilai kerapatan pemadatan tumpukan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel bahan pakan, pakan bentuk normal akan memiliki kerapatan pemadatan paling tinggi daripada pakan yang berbentuk tepung. Kerapatan pemadatan tumpukan juga dipengaruhi oleh ukuran partikel, pengecilan ukuran partikel akan meningkatkan nilai kerapatan pemadatan tumpukan. Pemadatan pakan berukuran partikel kecil akan mengurangi ruang antar partikel dan menyebabkan bobot bahan tiap satuan volume meningkat. (Ali, 2006) menambahkan kerapatan pemadatan tumpukan selain dipengaruhi oleh kadar air dan ukuran partikel, juga turut dipengaruhi oleh ketidaktepatan pengukuran kerapatan pemadatan tumpukan. Dengan adanya proses pemadatan maka partikel-partikel dipaksa untuk mengisi celah-celah yang kosong (Prambudi, 2001).

4. Sudut Tumpukan

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap sudut tumpukan bungkil kedelai.. Sudut tumpukan bungkil kedelai yang mendapat perlakuan tertinggi tertinggi pada perlakuan P_1 dan terkecil yaitu pada perlakuan P_4 . Uji Beda Nyata Terkecil

(BNT) sudut tumpukan bungkil kedelai pada perlakuan P_0 , tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_1 , P_2 , P_3 tetapi keempat perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Rata-rata nilai kerapatan pemadatan tumpukan bungkil kedelai tiap perlakuan adalah P_0 (37,022), P_1 (38,260), P_2 (36,905), P_3 (36,102), P_4 (33,616).. Hal ini memberikan gambaran bahwa makin kecil ukuran mash maka ukuran partikel makin besar dan sudut tumpukan semakin kecil. Ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil memerlukan volume ruang yang kecil. Sehingga pada percobaan diameter tumpukan yang dihasilkan lebih kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Khalil (1999b) menyatakan bahwa selain ukuran partikel (bentuk) pakan, kadar air turut berpengaruh nyata terhadap nilai rata-rata sudut tumpukan pakan, yaitu semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi sudut tumpukan.

Mujnisa (2008) menyatakan bahwa pergerakan partikel bahan yang ideal ditunjukkan oleh pakan yang berbentuk cair, dengan sudut tumpukan sama dengan nol. Pakan bentuk padat mempunyai sudut tumpukan berkisar antara 20° dan 50° . Besarnya sudut tumpukan sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan, bentuk, berat jenis, kerapatan tumpukan dan kadar air bahan. Kecepatan dan keefisienan pada proses pengosongan silo vertikal untuk memindahkan bahan menuju unit penimbangan atau pencampuran pakan sangat ditentukan oleh sifat bahan yaitu kemampuan bahan mengalir (*flowability*), dan *flowability* ini sangat ditentukan oleh pembentukan sudut tumpukan dari bahan tersebut. Geldart *et al.* (1990) dalam Adjie (2014) menyatakan bahwa pengukuran sudut tumpukan merupakan metode yang cepat dan produktif untuk menunjukkan laju aliran bahan. Sudut tumpukan juga berpengaruh dalam proses pemindahan dan pengangkutan bahan

pakan. Nilai sudut tumpukan dibedakan menjadi beberapa kategori yaitu 20-30° termasuk bahan yang sangat mudah mengalir, 30-38° termasuk bahan yang mudah mengalir, 38-45° termasuk bahan yang sedang dan 45-55° termasuk bahan yang sulit mengalir. Nilai sudut tumpukan tinggi dipengaruhi oleh komponen penyusun bungkil kedelai. Hidayati (2006) menyatakan bahwa komponen bungkil kedelai tersebut selain memiliki karakteristik yang berbeda, kandungan nutriennya juga berbeda sehingga mempengaruhi kualitas bungkil kedelai secara fisik maupun kimiawi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Semakin besar ukuran mash ayakan maka ukuran partikel semakin kecil dalam pengukuran berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan sudut tumpukan bungkil kedelai.

Saran

Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran daya ambang dan Sifat Kimia Bahan Pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie. H., Nurfitriani., 2014 Evaluasi Mutu Dedak Padi Menggunakan Uji Sifat Fisik Di Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Skripsi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Makassar. hlm 1-30
- Ali, Ahmad Jakfar. 2006. Karakteristik Sifat Fisik Bungkil Kedelai, Bungkil Kelapa Dan Bungkil Sawit. Skripsi Fakultas Peternakan IPB, Bogor. hlm 1-53
- Anonim, 1996. Standar Nasional Indonesia. 1996. SNI (Standar Nasional Indonesia) Bungkil Kedelai. SNI. 01-4227-1996.
- _____, 2008. Official Mthode Of Analysis Association Of Official Analytical Chemistry (AOAC), ed 18th. Maryland (USA)
- Boniran, S. 1999. Quality control untuk bahan baku dan produk akhir pakan ternak. Kumpulan Makalah Feed Quality Management Workshop. American Soybean Association dan Balai Penelitian Ternak. hlm. 2-7.
- Chung DJR. And Lee frank 1985. *Characterization of forage by chemical analysis*. Di dalam Given DI, Owen I, Axford RFE, Omed HM. *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wollingford (US): CABI Publishing.
- Fasina OD, Sokhansanj S. 1993. Effect of moisture on bulk handling properties of alfalfa pellets. *Can Agr Eng* 35(4): 269-272.
- Guathama, P. 1998. Sifat Fisik Pakan Lokal Sumber Energi, Sumber Mineral, serta Sumber Hijauan Pada Kadar Air dan Ukuran Partikel yang Berbeda. Skripsi Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Geldart, P., R.A Edwards, J.F.D. Greenhalg, C.A. Morgan. 1990. *Journal Animal Nutrition*, 5th Edition. John Wiley & Sons inc., New York.
- Hidayati AR. 2006. Konfigurasi mesin penggilingan padi untuk menekan susut dan meningkatkan rendemen giling. Prosiding Seminar Nasional Parteta. Hlm:125-133.
- Hutagalung, R.I. 1999. Definisi dan Standar Bahan Baku Pakan. Kumpulan Makalah Feed Qualiyy Management Workshop. American Soybean Association dan Balai Penelitian Ternak. hlm. 2-13.

- Ikawanti, Sri. 2005. Sifat Fisik Dedak Padi Sebagai Bahan Pakan Pada Berbagai Ukuran Partikel. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar. hlm 1-23
- Khalil. 1999a. Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel terhadap Sifat Fisik Pakan Lokal: Kerapatan Pemadatan tumpukan dan Berat Jenis: Buku Media Peternakan. 22 (1) :1 -11
- _____. 1999b. Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel terhadap Sifat Fisik Pakan Lokal: Sudut Tumpukan dan Faktor Higroskopis. Media Peternakan, 22 (1) : 33-42.
- Khasanah, N. N . 2013 Perubahan Sifat Fisik Dan Uji Akseptabilitas Wafer Pakan Komplit Ternak Domba Dengan Lama Penyimpanan Yang Berbeda. Jurnal Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Makassar. hlm 1-30
- Kling, M. dan W. Woehlbier. 1983. Handelsfutter mittel, band 2A. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Marpaung, A., C., 2011. Uji Sifat Fisik Dan Evaluasi Kecernaan Biskuit Berbasis Rumput Lapang Dan Limbah Tanaman Jagung Pada Domba. Jurnal Fakultas Peternakan IPB, Bogor. hlm 1-61
- Mide. Z. dan Syamsu. J 2016. Penuntun Praktikum Industri Pakan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar. hlm 1-26
- Mujnisa A. 2008. Uji sifat fisik jagung giling pada berbagai ukuran partikel. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*. 6(1):1-9.
- McNaughten, J.L., F.N. Reece, and J.W. Deaton. 1981. Relationships between colour, trypsin inhibitor contents, and urease index of soybean meal and effect on broiler performance. *Poultry Sci*. 60: 393-400.
- Nazilah, R., 2004. Kajian Interaksi Sifat Fisik dan Kimia Bahan Pakan Serta Kecernaan Lemak pada Kambing. Skripsi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Makassar. hlm 1-48
- Purwanti, S., Syamsu, A.J. dan G. Alam. 2012. Karakteristik Sifat Fisik Pakan dengan Pemanfaatan Fitobiotik pada Lama Penyimpanan Berbeda. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Berkelanjutan 4.” Inovasi Agribisnis Peternakan Untuk Ketahanan Pangan. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Hal: 253-258

- Prambudi E. 2001. Sifat fisik dan kandungan protein tepung bahan pakan hasil pengolahan limbah cair industri tempe dengan penambahan berbagai sumber pati [skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Protomo, M. 1976. Teknik Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rasyaf, M. 1994. Makanan Ayam Broiler. Kanisius. Yogyakarta
- Rikmawati, W. 2005. Pengaruh substitusi tepung ikan impor dengan corn gluten meal terhadap laju alir pakan pellet broiler finisher pada system produksi continous. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Renner, R., D.R. Clandinin, and A.R. Robblee. 1953. Action of moisture on damagedone during over-heating of soybean oil meal. Poultry Sci. 32: 582-585.
- Simanjuntak, P.M. H ., 2014 Kajian Pola Hubungan Antara Sifat Fisik Dan Komposisi Kimiawi Bahan Pakan Hijauan. Skripsi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Makassar. hlm 1-29
- Suadnyana, I.W., 1998. Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap perubahan sifat fisik pakan lokal sumber protein. Skripsi. Fakultas Peternakan. IPB.
- Syamsu, A. J. 2007. Karakteristik Fisik Pakan Itik Bentuk Pellet Yang Diberi Bahan Perekat Berbeda Dan Lama Penyimpanan Yang Berbeda. Jurnal Ilmu Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar. VOL. 7 NO. 2, hal 128 – 134
- Syarief, R. dan Irawati. 1998. Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian. Media Sarana Press, Jakarta
- Waldroup, P., B.E. Ramsey., H.M. Hellwing, and N.K. Smith. 1985. Optimum processing for soybean meal used in broiller diets. Poultry Sci. 64: 2314- 2320.

Wina, E. 1999. Kualitas protein bungkil kedelai: Metode analisis dan hubungannya dengan penampilan ayam. Kumpulan Makalah Feed Quality Management Workshop. American Soybean Association dan Balai Penelitian Ternak. hlm. 1-3

Wirakartakusumah, M.A. Kamaruddin, A., dan Atjeng. M.S 1992. Sifat Fisik Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

LAMPIRAN 1

Hasil Pengukuran Berat Jenis Bungkil Kedelai

A. Ukuran Partikel Bahan Pakan (Kontrol)

ULANGAN	Bobot	Volume 1	Volume 2	Volume	Berat Jenis	
	(gram)	(ml)	(ml)	(ml)	(gram/ Ml^3)	(kg / m^3)
1	20	50	65.1	15.1	1,325	1325
2	20	50	64.3	14.1	1,418	1418
3	20	50	63.4	13.4	1,493	1493
4	20	50	65.9	15.9	1,258	1258
5	20	50	64.6	14.6	1,370	1370
6	20	50	66	16	1,250	1250
7	20	50	63.6	13.6	1,471	1471
8	20	50	64	14	1,429	1429
9	20	50	64.1	14.1	1,418	1418
10	20	50	64	14	1,429	1429
Rata-Rata	20	50	64.5	14.48	1,386	1386,1

B. Ukuran Partikel Mash 10

ULANGAN	Bobot	Volume 1	Volume 2	Volume	Berat Jenis	
	(gram)	(ml)	(ml)	(ml)	(gram/ Ml^3)	(Kg / m^3)
1	20	50	66.2	16.2	1.235	1235
2	20	50	65.7	15.7	1.274	1274
3	20	50	66.2	16.2	1.235	1235
4	20	50	65.3	15.3	1.307	1307
5	20	50	65	15	1.333	1333
6	20	50	66.8	16.8	1.190	1190
7	20	50	64.9	14.9	1.342	1342
8	20	50	66.1	16.1	1.242	1242
9	20	50	70	20	1.000	1000
10	20	50	69.7	19.7	1.015	1015
Rata-Rata	20	50	66.59	16.59	1.217	1217.3

C. Ukuran partikel Mash 20

ULANGAN	Bobot	Volume 1	Volume 2	Volume	Berat Jenis	
	(gram)	(ml)	(ml)	(ml)	(gram/ ml^3)	(Kg / m^3)
1	20	50	68.1	18.1	1.105	1105
2	20	50	66.3	16.3	1.227	1227
3	20	50	67.2	17.2	1.163	1163
4	20	50	64.8	14.8	1.351	1351
5	20	50	65.2	15.2	1.316	1316
6	20	50	67.2	17.2	1.163	1163
7	20	50	65	15	1.333	1333
8	20	50	65.3	15.3	1.307	1307
9	20	50	66.4	16.4	1.220	1220
10	20	50	67	17	1.176	1176
Rata-Rata	20	50	66.25	16.25	1.236	1236.1

D. Ukuran Partikel Mash 30

ULANGAN	Bobot	Volume 1	Volume 2	Volume	Berat Jenis	
	(gram)	(ml)	(ml)	(ml)	(gram/ ml^3)	(Kg / m^3)
1	20	50	66.2	16.2	1.235	1235
2	20	50	67	17	1.176	1176
3	20	50	66.6	16.6	1.205	1205
4	20	50	66.4	16.4	1.220	1220
5	20	50	65.3	15.3	1.307	1307
6	20	50	66.2	16.2	1.235	1235
7	20	50	66.5	16.5	1.212	1212
8	20	50	65	15	1.333	1333
9	20	50	67	17	1.176	1176
10	20	50	65	15	1.333	1333
Rata-Rata	20	50	66.12	16.12	1.243	1243.2

E. Ukuran Partikel Mash 40

ULANGAN	Bobot	Volume 1	Volume 2	Volume	Berat Jenis	
	(gram)	(ml)	(ml)	(ml)	(gram/ ml ³)	(Kg / m ³)
1	20	50	64	14	1.429	1429
2	20	50	65.7	15.7	1.274	1274
3	20	50	65.4	15.4	1.299	1299
4	20	50	65	15	1.333	1333
5	20	50	64.8	14.8	1.351	1351
6	20	50	65	15	1.333	1333
7	20	50	65.2	15.2	1.316	1316
8	20	50	66	16	1.250	1250
9	20	50	63	13	1.538	1538
10	20	50	64	14	1.429	1429
Rata-Rata	20	50	64.81	14.81	1.355	1355.2

Lampiran 2 : Hasil Perhitungan Analisis Ragam Berat Jenis Bungkil Kedelai Dari Berbagai Ukuran Partikel (kg / m³)

ULANGAN	PERLAKUAN				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	1325	1235	1105	1235	1429
2	1418	1274	1227	1176	1274
3	1493	1235	1163	1205	1299
4	1258	1307	1351	1220	1333
5	1370	1333	1316	1307	1351
6	1250	1190	1163	1235	1333
7	1471	1342	1333	1212	1316
8	1429	1242	1307	1333	1250
9	1418	1000	1220	1176	1538
10	1429	1015	1176	1333	1429
TOTAL	13861	12173	12361	12432	13552
Rata-rata	1386.1	1217.3	1236.1	1243.2	1355.2

PERHITUNGAN BERAT JENIS

Derajat Bebas

1. dB Total = banyaknya pengamatan – 1
= 50 – 1
= 49
2. dB Perlakuan = banyaknya perlakuan – 1
= 5 – 1
= 4
3. dB Galat = Db Total – Db Perlakuan
= 49 – 4
= 45

JUMLAH KUADRAT

$$\begin{aligned}FK &= \sum = \frac{y_{ij}}{n} \\N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \\&= 10 + 10 + 10 + 10 + 10 \\&= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}FK &= \sum = \frac{y_{ij}^2}{n} \\&= \frac{(13.552)^2}{50} \\&= \frac{183.602}{50} \\&= 3.673\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKT &= \sum y_{ij}^2 - FK \\&= 83.490.925 - (3.673) \\&= 83.487.252\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKP &= \sum = \frac{y_{ij}^2}{r} - FK \\&= \frac{(13861)^2 + (12173)^2 + (12361)^2 + (12432)^2 + (13552)^2}{10} - (3.673) \\&= \frac{(192127321) + (148181929) + (152794321) + (154554624) + (183656704)}{10} - 3.673\end{aligned}$$

$$= \frac{831314899}{10} - 3.673$$

$$= 83.131.489 - 3.673$$

$$= 83.127.816$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$= 83.487.252 - 83.127.816$$

$$= 359.436$$

Kuadrat Tengah

$$1. \text{ KT Perlakuan} = \frac{\text{JKP}}{\text{dB Perlakuan}} = \frac{83.127.816}{4} = 20.781.954$$

$$2. \text{ KT Galat} = \frac{\text{JKG}}{\text{dB Galat}} = \frac{359.436}{45} = 7.987$$

F . Hitung

$$\begin{aligned} \text{F. Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{20.781.954}{7.987,46} \\ &= \mathbf{10,407} \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	83.127.816	20.781.954	10,407**	2,58	3,77
Sisa	45	359.436	7.987			
Total	49	83.487.252				

KETERANGAN : ** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2\text{KTG}/r} \\ &= t_{0,05}(45) \cdot \sqrt{2} \cdot (7,987)/10 \\ &= 2,58 \cdot \sqrt{15.974}/10 \\ &= 2,58 \cdot \sqrt{1.597,4} \\ &= 2.58 \cdot 39,967 \\ &= \mathbf{103,11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,01}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2KTG}/r \\
 &= t_{0,01}(45) \cdot \sqrt{2} \cdot (7,987)/10 \\
 &= 3,77 \cdot \sqrt{15.974}/10 \\
 &= 3,77 \times \sqrt{1.597,4} \\
 &= 3,77 \times 39,967 \\
 &= 150,67
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil Berat Jenis (kg / m³)

Perlakuan	Rataan	P0	P1	P2	P3	P4
		(1386,1)	(1217,3)	(1236,1)	(1243,2)	(1355,2)
P0	1386,1	-----	-----	-----	-----	-----
P1	1217,3	168,8**	-----	-----	-----	-----
P2	1236,1	149,9**	18,8**	-----	-----	-----
P3	1243,2	142,9**	25,9**	7,1**	-----	-----
P4	1355,2	30,9**	137,9**	119,1**	112**	-----

Keterangan : ** = Berpengaruh Sangat Nyata (P < 0,05)

LAMPIRAN 3

Hasil Pengukuran Kerapatan Tumpukan Bungkil Kedelai

A. Ukuran Partikel Bahan Pakan (Kontrol)

ULANGAN	Bobot	Volume	Kerapatan Tumpukan	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	30.5	0.656	656
2	20	29.5	0.678	678
3	20	29.5	0.678	678
4	20	27.5	0.727	727
5	20	29	0.690	690
6	20	29	0.690	690
7	20	28	0.714	714
8	20	30	0.667	667
9	20	31	0.645	645
10	20	30	0.667	667
Rata -rata	20	29.4	0.681	681.2

B : Ukuran Partikel Mash 10

ULANGAN	Bobot	Volume	Kerapatan Tumpukan	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	29.5	0.678	678
2	20	28.5	0.702	702
3	20	28.5	0.702	702
4	20	27	0.741	741
5	20	29	0.690	690
6	20	29	0.690	690
7	20	30	0.667	667
8	20	27.5	0.727	727
9	20	29	0.690	690
10	20	30	0.667	667
Rata -rata	20	28.8	0.695	695.4

C : Ukuran Partikel Mash 20

ULANGAN	Bobot	Volume	Kerapatan Tumpukan	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	30	0.667	667
2	20	29.5	0.678	678
3	20	28.5	0.702	702
4	20	33.5	0.597	597
5	20	30	0.667	667
6	20	31	0.645	645
7	20	31	0.645	645
8	20	28.5	0.702	702
9	20	30	0.667	667
10	20	31.5	0.635	635
Rata -rata	20	30.35	0.660	660.5

D : Ukuran Partikel Mash 30

ULANGAN	Bobot	Volume	Kerapatan Tumpukan	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	31	0.645	645
2	20	31.5	0.635	635
3	20	31	0.645	645
4	20	32	0.625	625
5	20	32	0.625	625
6	20	33	0.606	606
7	20	32.5	0.615	615
8	20	31.5	0.635	635
9	20	31.5	0.635	635
10	20	33.5	0.597	597
Rata -rata	20	31.95	0.626	626.3

E : Ukuran Partikel Mash 40

ULANGAN	Bobot	Volume	Kerapatan Tumpukan	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	34	0.588	588
2	20	32	0.625	625
3	20	32.5	0.615	615
4	20	31	0.645	645
5	20	37	0.541	541
6	20	32	0.625	625
7	20	35	0.571	571
8	20	35	0.571	571
9	20	33	0.606	606
10	20	32	0.625	625
Rata -rata	20	33.35	0.601	601.2

Lampiran 4 : Hasil Perhitungan Analisis Ragam Kerapatan Tumpukan Bungkil Kedelai pada Berbagai Ukuran Partikel (kg / m ³)

ULANGAN	PERLUKUAN					TOTAL
	P0	P1	P2	P3	P4	
1	656	678	667	645	588	3234
2	678	702	678	635	625	3318
3	678	702	702	645	615	3342
4	727	741	597	625	645	3335
5	690	690	667	625	541	3213
6	690	690	645	606	625	3256
7	714	667	645	615	571	3212
8	667	727	702	635	571	3302
9	645	690	667	635	606	3243
10	667	667	635	597	625	3191
TOTAL	6812	6954	6605	6263	6012	32646
Rata-rata	681.2	695.4	660.5	626.3	601.2	3264.6

PERHITUNGAN KERAPATAN TUMPUKAN

Derajat Bebas

1. dB Total = banyaknya pengamatan – 1
= 50 – 1
= 49
2. dB Perlakuan = banyaknya perlakuan – 1
= 5 – 1
= 4
3. dB Galat = Db Total – Db Perlakuan
= 49 – 4
= 45

JUMLAH KUADRAT

$$\begin{aligned} FK &= \sum \frac{y_{ij}^2}{r} \\ N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \\ &= 10 + 10 + 10 + 10 + 10 \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FK &= \sum \frac{y_{ij}^2}{N} \\ &= \frac{(32.646)^2}{50} \\ &= \frac{1.065.761.316}{50} \\ &= 21.315.226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKT &= \sum y_{ij}^2 - FK \\ &= 21.407.368 - (21.315.226) \\ &= 92.142 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \sum \frac{Y_{ij}^2}{r} - FK \\ &= \frac{(6812)^2 + (6954)^2 + (6605)^2 + (6263)^2 + (6012)^2}{10} - (21.315.226) \\ &= \frac{(46.403.344) + (48.358.116) + (43.626.025) + (39.225.169) + (36.144.144)}{10} - 21.315.226 \\ &= 213.756.798 / 10 - 21.315.226 \\ &= 60.453 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 92.142 - 60.453 \\
 &= 31.689
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

$$1. \text{ KT Perlakuan} = \frac{JKP}{DB \text{ PERLAKUAN}} = \frac{60.453}{4} = 15.113,25$$

$$2. \text{ KT Galat} = \frac{JKG}{DB \text{ GALAT}} = \frac{31.689}{45} = 704,2$$

F . Hitung

$$\begin{aligned}
 F. \text{ Hitung} &= \frac{KTP}{KTG} \\
 &= \frac{15.113,25}{704,2} \\
 &= 21.461
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	60.453	60.453	21,461**	2,58	3,77
Sisa	45	31.689	31.689			
Total	49	92.142				

KETERANGAN : ** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned}
 BNT_{0,05} &= t_{0,05}(dbG) \cdot \sqrt{2 \cdot KTG / R} \\
 &= t_{0,05}(45) \cdot \sqrt{2 \cdot 31.689 / 10} \\
 &= 2,58 \cdot \sqrt{63,378} / 10 \\
 &= 2,58 \cdot \sqrt{6,3378} \\
 &= 2,58 \cdot 2,517 \\
 &= 6,493
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{BNT}_{0,01} &= t_{0,01}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2 \cdot KTG/R} \\
&= t_{0,01}(45) \cdot \sqrt{2 \cdot 31.689}/10 \\
&= 3,77 \cdot \sqrt{63,378}/10 \\
&= 3,77 \times \sqrt{6,3378} \\
&= 3,77 \times 2,517 \\
&= 9,489
\end{aligned}$$

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil Kerapatan Tumpukan

Perlakuan	Rataan	P0	P1	P2	P3	P4
		(681,2)	(695,4)	(660,5)	(626,3)	(601,2)
P0	681,2	-----	-----	-----	-----	-----
P1	695,4	14,2**	-----	-----	-----	-----
P2	660,5	20,7**	34,9**	-----	-----	-----
P3	626,3	54,9**	69,1**	34,2**	-----	-----
P4	601,2	80**	94,2**	59,3**	25,1**	-----

Keterangan : ** = Berpengaruh Sangat Nyata (P < 0,05)

Lampiran 5

Hasil Pengukuran Kerapatan Pemadatan Tumpukan Bungkil Kedelai

A : Ukuran partikel Bahan Pakan (Kontrol)

ULANGAN	Bobot	Volume	KPT	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	24	0.833	833
2	20	25	0.800	800
3	20	22.5	0.889	889
4	20	26	0.769	769
5	20	25.5	0.784	784
6	20	26	0.769	769
7	20	26	0.769	769
8	20	25.5	0.784	784
9	20	26.5	0.755	755
10	20	26.5	0.755	755
Rata -rata	20	25.35	0.791	790.7

B : Ukuran Partikel Mash 10

ULANGAN	Bobot	Volume	KPT	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	25	0.800	800
2	20	24.5	0.816	816
3	20	25	0.800	800
4	20	24.5	0.816	816
5	20	25.5	0.784	784
6	20	24	0.833	833
7	20	23.5	0.851	851
8	20	23.5	0.851	851
9	20	25	0.800	800
10	20	25	0.800	800
Rata -rata	20	24.55	0.815	815.1

C : Ukuran Partikel Mash 20

ULANGAN	Bobot	Volume	KPT	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	25.5	0.784	784
2	20	26	0.769	769
3	20	23.5	0.851	851
4	20	25.5	0.784	784
5	20	26.5	0.755	755
6	20	25	0.800	800
7	20	24.5	0.816	816
8	20	26.5	0.755	755
9	20	23.5	0.851	851
10	20	25.5	0.784	784
Rata -rata	20	25.2	0.795	794.9

D : Ukuran Partikel Mash 30

ULANGAN	Bobot	Volume	KPT	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	20.5	0.976	976
2	20	23	0.870	870
3	20	26	0.769	769
4	20	26	0.769	769
5	20	25.5	0.784	784
6	20	21.5	0.930	930
7	20	22.5	0.889	889
8	20	22	0.909	909
9	20	23.5	0.851	851
10	20	22.5	0.889	889
Rata -rata	20	23.3	0.864	863.6

E : Ukuran Partikel Mash 40

ULANGAN	Bobot	Volume	KPT	
	(gram)	(ml)	(gram / ml ³)	(kg / m ³)
1	20	26	0.769	769
2	20	27	0.741	741
3	20	29	0.690	690
4	20	26	0.769	769
5	20	26.5	0.755	755
6	20	24.5	0.816	816
7	20	26.5	0.755	755
8	20	27.5	0.727	727
9	20	26.5	0.755	755
10	20	25	0.800	800
Rata -rata	20	26.45	0.758	757.7

Lampiran 6 : Hasil Perhitungan Analisis Ragam Kerapatan Pemadatan Tumpukan Bungkil Kedelai pada Berbagai Ukuran Partikel (kg / m³)

ULANGAN	PERLA KUAN					
	P0	P1	P2	P3	P4	TOTAL
1	833	800	784	976	769	4162
2	800	816	769	870	741	3996
3	889	800	851	769	690	3999
4	769	816	784	769	769	3907
5	784	784	755	784	755	3862
6	769	833	800	930	816	4148
7	769	851	816	889	755	4080
8	784	851	755	909	727	4026
9	755	800	851	851	755	4012
10	755	800	784	889	800	4028
Total	7907	8151	7949	8636	7577	40220
Rata-rata	790.7	815.1	794.9	863.6	757.7	4022.0

PERHITUNGAN KERAPATAN PEMADATAN TUMPUKAN

Derajat Bebas

1. dB Total = banyaknya pengamatan – 1
= 50 – 1
= 49
2. dB Perlakuan = banyaknya perlakuan – 1
= 5 – 1
= 4
3. dB Galat = Db Total – Db Perlakuan
= 49 – 4
= 45

JUMLAH KUADRAT

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \sum = \frac{y_{ij}}{N} \\ N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \\ &= 10 + 10 + 10 + 10 + 10 \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \sum = \frac{y_{ij}^2}{N} \\ &= \frac{(40220)^2}{50} \\ &= \frac{1.617.648.400}{50} \\ &= 32.352.968 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum y_{ij}^2 - \text{FK} \\ &= 32.501.192 - 32.352.968 \\ &= 148.224 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{y_{ij}^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(7907)^2 + (8151)^2 + (7949)^2 + (8636)^2 + (7577)^2}{10} - 32.352.968 \\ &= \frac{62.520.649 + 66.438.801 + 63.186.601 + 74.580.496 + 57.410.929}{10} - 32.352.968 \end{aligned}$$

$$= 324.137.476 / 10 - 32.352.968$$

$$= 32.413.747 - 32.352.968$$

$$= 60.779$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$= 148.224 - 60.779$$

$$= 87.445$$

Kuadrat Tengah

$$1. \text{ KT perlakuan} = \frac{JKP}{dB \text{ Perlakuan}} = \frac{60.779}{4} = 15.194$$

$$2. \text{ KT Galat} = \frac{JKG}{dB \text{ Galat}} = \frac{87.445}{45} = 1.943$$

F . Hitung

$$\begin{aligned} F. \text{ Hitung} &= \frac{KTP}{KTG} \\ &= \frac{15.194}{1.943} \\ &= 7,819 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	60.779	15.194	7,819**	2,58	3,77
Sisa	45	87.445	1.943			
Total	49	148.224				

KETERANGAN : ** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned} BNT_{0,05} &= t_{0,05}(dbG) \cdot \sqrt{2} \cdot KTG / R \\ &= t_{0,05}(45) \cdot \sqrt{2} \cdot (1,943) / 10 \\ &= 2,58 \cdot \sqrt{3,886} / 10 \\ &= 2,58 \cdot \sqrt{0,3886} \\ &= 2,58 \cdot 0,6233 \\ &= 1,608 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,01}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2 \cdot KTG} / R \\
 &= t_{0,01}(45) \cdot \sqrt{2 \cdot (1,943)} / 10 \\
 &= 3,77 \cdot \sqrt{3,886} / 10 \\
 &= 3,77 \cdot \sqrt{0,3886} \\
 &= 3,77 \cdot 0,6233 \\
 &= 2,349
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil Kerapatan Pemadatan Tumpukan

Perlakuan	Rataan	P0	P1	P2	P3	P4
		(790,7)	(815,1)	(794,9)	(863,6)	(757,7)
P0	790,7	-----	-----	-----	-----	-----
P1	815,1	24,4**	-----	-----	-----	-----
P2	794,9	4,2**	20,2**	-----	-----	-----
P3	863,6	72,9**	48,5**	68,7**	-----	-----
P4	757,7	33**	57,4**	37,2**	105,9**	-----

Keterangan : ** = Berpengaruh Sangat Nyata (P < 0,05)

Lampiran 7

Hasil Pengukuran Sudut Tumpukan Bungkil Kedelai

A : Ukuran Partikel Bahan Pakan (Kontrol)

ULANGAN	t	d1	d2	d	tan	Jumlah	Sudut Tumpukan
1	7	22	21	21.5	0.011	0.651	33.06
2	7	22	21	21.5	0.011	0.651	33.06
3	8	21	19	20	0.013	0.800	38.65
4	7	20	19	19.5	0.012	0.717	35.64
5	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
6	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
7	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
8	7	22	21	21.5	0.011	0.651	33.06
9	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
10	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
Total	76	207	196	201.5	0.128	7.570	370.22
Rata - rata	7.6	20.7	19.6	20.15	0.0128	0.757	37.022

B : Ukuran Partikel Mash 10

ULANGAN	t	d1	d2	d	tan	Jumlah	Sudut Tumpukan
1	8	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
2	8	20	20	20	0.013	0.800	38.65
3	7	21	21	20	0.012	0.700	34.99
4	8	20	20	19.5	0.013	0.800	38.65
5	7	20	19	19.5	0.014	0.717	35.64
6	8	19	20	20	0.014	0.820	39.35
7	9	21	19	20	0.015	0.900	41.98
8	8	21	19	20	0.014	0.800	39.65
9	7	20	19	19.5	0.014	0.820	39.35
10	7	21	19	20	0.012	0.700	34.99
Total	77	203	195	198	0.135	7.877	382.60
Rata - rata	7.7	20.3	19.5	19.8	0.0135	0.788	38.260

C : Ukuran Partikel Mash 20

ULANGAN	t	d1	d2	d	tan	Jumlah	Sudut Tumpukan
1	7	21	20	20.5	0.011	0.682	34.29
2	8	21	19	20	0.013	0.800	39.65
3	8	21	19	20	0.013	0.800	39.65
4	7	21	19	19.5	0.012	0.717	35.64
5	8	21	20	20.5	0.013	0.780	37.95
6	7	19	22	20.5	0.011	0.682	34.29
7	8	21	19	20	0.013	0.800	39.65
8	7	21	19	20	0.012	0.700	34.99
9	7	20	20	20	0.012	0.700	34.99
10	8	21	20	20.5	0.013	0.780	37.95
Total	75	207	197	201.5	0.123	7.441	369.05
Rata - rata	7.5	20.7	19.7	20.15	0.0123	0.7441	36.905

D : Ukuran Partikel Mash 30

ULANGAN	t	d1	d2	d	tan	Jumlah	Sudut Tumpukan
1	8	22.5	20.5	21.5	0.012	0.744	36.64
2	7.5	21	20	20.5	0.012	0.731	36.16
3	8.5	21	21	21	0.013	0.809	38.97
4	7	22.5	20.5	21.5	0.011	0.651	33.06
5	7.5	22	21	21.5	0.012	0.697	34.87
6	8	21.5	21.5	21.5	0.012	0.744	36.64
7	8	23	21	22	0.012	0.727	36.01
8	7	21.5	21.5	21.5	0.011	0.651	33.06
9	8	21	22	21.5	0.012	0.744	36.64
10	8.5	22	20	21	0.013	0.809	38.97
Total	78	218	209	213.5	0.12	7.307	361.02
Rata - rata	7.8	21.8	20.9	21.35	0.0120	0.7307	36.102

E : Ukuran Partikel Mash 40

ULANGAN	t	d1	d2	d	tan	Jumlah	Sudut Tumpukan
1	6	21.5	20.5	21	0.009	0.571	29.72
2	8	22	20	21	0.013	0.761	37.27
3	7	21	20	20.5	0.011	0.682	34.29
4	6.5	21	21	21	0.1	0.619	31.74
5	6.5	21	20	20.5	0.1	0.634	32.37
6	7	22	20	21	0.011	0.666	33.66
7	7.5	21	21	21	0.012	0.714	35.52
8	7	23	20	21.5	0.011	0.651	33.06
9	7.5	22	21	21.5	0.012	0.697	34.87
10	7	23	19	21	0.011	0.666	33.66
Total	70	217.5	202.5	210	0.29	6.661	336.16
Rata - rata	7	21.75	20.25	21	0.0290	0.6661	33.616

Lampiran 8 : Hasil Perhitungan Analisis Ragam Sudut Tumpukan Bungkil Kedelai pada Berbagai Ukuran Partikel (kg / m³)

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	TOTAL
1	33.06	39.35	34.29	36.64	29.72	173.06
2	33.06	38.65	39.65	36.16	37.27	184.79
3	38.65	34.99	39.65	38.97	34.29	186.55
4	35.64	38.65	35.64	33.06	31.74	174.73
5	39.35	35.64	37.95	34.87	32.37	180.18
6	39.35	39.35	34.29	36.64	33.66	183.29
7	39.35	41.98	39.65	36.01	35.52	192.51
8	33.06	39.65	34.99	33.06	33.06	173.82
9	39.35	39.35	34.99	36.64	34.87	185.20
10	39.35	34.99	37.95	38.97	33.66	184.92
JUMLAH	370.22	382.60	369.05	361.02	336.16	1819.05
Rata - Rata	37,022	38,260	36,905	36,102	33,616	

PERHITUNGAN SUDUT TUMPUKAN

Derajat Bebas

1. dB Total = banyaknya pengamatan – 1
= 50 – 1
= 49
2. dB Perlakuan = banyaknya perlakuan – 1
= 5 – 1
= 4
3. dB Galat = Db Total – Db Perlakuan
= 49 – 4
= 45

JUMLAH KUADRAT

$$\begin{aligned}FK &= \sum \frac{y_{ij}}{N} \\N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \\&= 10 + 10 + 10 + 10 + 10 \\&= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}FK &= \sum \frac{y_{ij}^2}{N} \\&= \frac{(1819,05)^2}{50} \\&= \frac{3.308.943}{50} \\&= 66.178,86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKT &= \sum y_{ij}^2 - FK \\&= 66.549,21 - 66.178,86 \\&= 370,35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \sum \frac{y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(370,22)^2 + (382,60)^2 + (369,05)^2 + (361,02)^2 + (336,16)^2}{10} - (66.178,86) \\
 &= \frac{(137.603) + (146.383) + (136198) + (130335) + (113004)}{10} - 66.178,86 \\
 &= 662.982/10 - 66.178,86 \\
 &= 66.298,2 - 66.178,86 \\
 &= 119,34
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 370,35 - 119,34 \\
 &= 251,01
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

$$1. \text{ KT Perlakuan} = \frac{JKP}{dB \text{ Perlakuan}} = \frac{119,34}{4} = 29,835$$

$$2. \text{ KT Galat} = \frac{JKG}{DB \text{ Galat}} = \frac{251,01}{45} = 5,578$$

F . Hitung

$$\begin{aligned}
 F. \text{ Hitung} &= \frac{KTP}{KTG} \\
 &= \frac{29,835}{5,578} \\
 &= \mathbf{5,3486}
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	DB	JK	KT	F. Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	119,34	29,835	5,3486**	2,58	3,77
Sisa	45	251,01	5,578			
Total	49	370,35				

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata F Hitung > dari F Tabel P 0,05

Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,01}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2KT\bar{G}}/r \\
 &= t_{0,05}(45) \cdot \sqrt{2} \cdot (5,578)/10 \\
 &= 3,77 \cdot \sqrt{11,156}/10 \\
 &= 3,77 \cdot \sqrt{1,1156} \\
 &= 3,77 \cdot 1.056 \\
 &= 3,981
 \end{aligned}$$

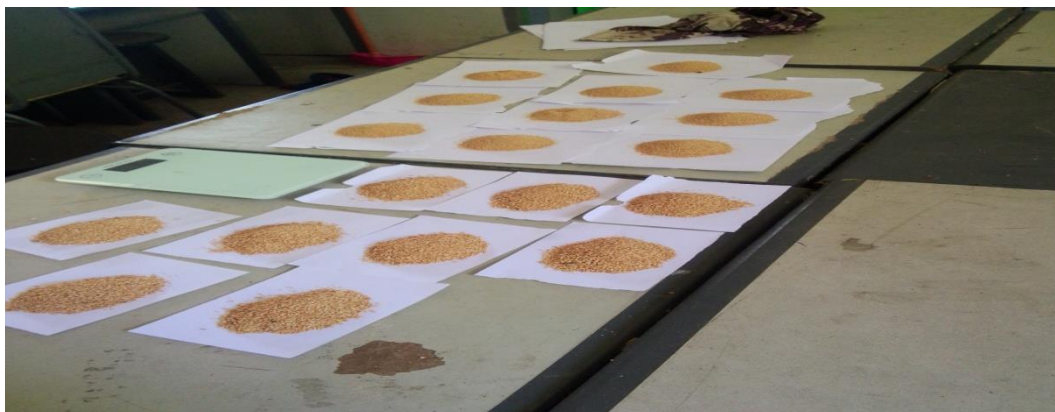
$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05}(\text{dbG}) \cdot \sqrt{2KT\bar{G}}/r \\
 &= t_{0,01}(45) \cdot \sqrt{2} \cdot (5,578)/10 \\
 &= 2,58 \cdot \sqrt{11,156}/10 \\
 &= 2,58 \cdot \sqrt{1,1156} \\
 &= 2,58 \cdot 1.056 \\
 &= 2,724
 \end{aligned}$$

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil Sudut Tumpukan

Perlakuan	Rataan	P0	P1	P2	P3	P4
		(37,022)	(38,260)	(36,905)	(36,102)	(33,616)
P0	37,022	-----	-----	-----	-----	-----
P1	38,260	1,238**	-----	-----	-----	-----
P2	36,905	0,117**	1,355**	-----	-----	-----
P3	36,102	0,92**	2,158**	0,803**	-----	-----
P4	33,616	3,406**	4,644**	3,289**	2,486**	-----

Keterangan : ** = Berpengaruh Sangat Nyata (P < 0,05)

DOKUMENTASI PENELITIAN







RIWAYAT HIDUP



Widya Sari, lahir di Ujung Pandang pada tanggal 28 Juni 1994, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Muh. Tayyeb dan Ibu Rahmawati.

Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh adalah sebagai murid di SD Muhammadiyah II Mamajang, Makassar. Kemudian setelah lulus tahun 2006, melanjutkan studi Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 27 Makassar lulus tahun 2009 dan melanjutkan di Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 8 Makassar, lulus pada tahun 2012.

Setelah menyelesaikan Sekolah Menengah Atas, pada tahun yang sama penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Selama berada di bangku perkuliahan, selain penulis sempat aktif sebagai Asisten Perencanaan Pembangunan Peternakan Jurusan Sosial Ekonomi Peternakan Universitas Hasanuddin.